



## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С КРИВОШИПНО-ШАТУННЫМ МЕХАНИЗМОМ

**О. Пардаев**

*Международный технический университет*

**Б. Турсунбаев**

*Ташкентский государственный транспортный университет*

**О. Б. Хожиев**

*Совместный Белорусско-Узбекский межотраслевой институт прикладных технических  
квалификаций*

### Аннотация

На сегодняшний день весь мир занимается проблемой по экономии нефтегазовых ресурсов, так как добыча нефтегазовых продуктов с каждым годом дорожает и запас ресурсов ограничен. Кроме этого, чрезмерное и не целесообразное использование этих продуктов со временем приведет к экологическим проблемам.

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 3 Mar 2023

Revised form 5 Apr 2023

Accepted 19 May 2023

© 2023 Hosting by Central Asian Studies. All rights reserved.

\*\*\*

Как всем известно, что транспортные средства (ТС) оснащенные двигателями с кривошипно-шатунным механизмом (КШМ), составляет основную часть транспортного парка во всем мире. Использование двигателей с малым коэффициентом полезного действия (КПД), такие как двигатели с КШМ, ускорит процесс экологических катастроф, потому что каждый день во всем мире только ТС сжигают миллионы тонн горючих материалов и выбрасывают в атмосферу очень большую неиспользованную энергию CO, CO<sub>2</sub> и других химических соединений.

Недостатками КШМ в двигателях внутреннего сгорания является:

- трата основной части усилия газов на разрушение самого себя и конструкцию двигателя.
- сложность конструкции коленчатого вала, что не дает возможность применить подшипники качения вместо подшипников скольжения (вкладышей). Подшипники качения сэкономят расход полезной энергии на трение до 30% [2].

Анализ конструкции двигателей с КШМ показывает, что повысить эффективный КПД двигателя, за счет изменение других параметров, дают незначительные результаты, то есть КПД поднимает всего на 1 – 3% относительно прототипа.

Изображение суммарных сил и моментов, действующие в КШМ [1], приведены на рис.1.



$|OB|$  – расстояние между осью коленчатого вала и осью пальца поршня,

$\delta$  – угол между шатуном и осью  $|OB|$ ,

$\beta$  – угол между шатуном и кривошипом,

$\varphi$  – угол между кривошипом и осью  $|OB|$ ,

$d$  – длина кривошипа,

$d_{\text{ц}}$  – диаметр цилиндра,

Как видно из рис. 1, крутящий момент создает только сила  $\vec{F}_4$ , остальные силы  $\vec{F}_3$ ,  $\vec{N}$ , часть сил  $\vec{F}_2$  и  $\vec{F}_1$  расходятся на разрушение механизма и конструкцию двигателя. Причем максимальное усилие газов соответствует, когда шатун и кривошип находятся на оси  $OB$ , это соответствует верхней мертвой точки цилиндра. Ударную силу газов принимает на себя коленчатый вал, коренные, шатунные шейки и гнезда блок цилиндров. Изменение амплитуды этих сил в зависимости от хода поршня, приведены на рис.2.

На основе выше приведенных формул можно построить графики зависимости этих сил от хода поршня, для конкретной модели двигателя с КШМ. Для анализа построены графики для карбюраторного двигателя ЗМЗ-4022.10. Из рис.1 и 2 видно, что усилие  $\vec{F}_3$  - 100% расходуется на разрушение двигателя.

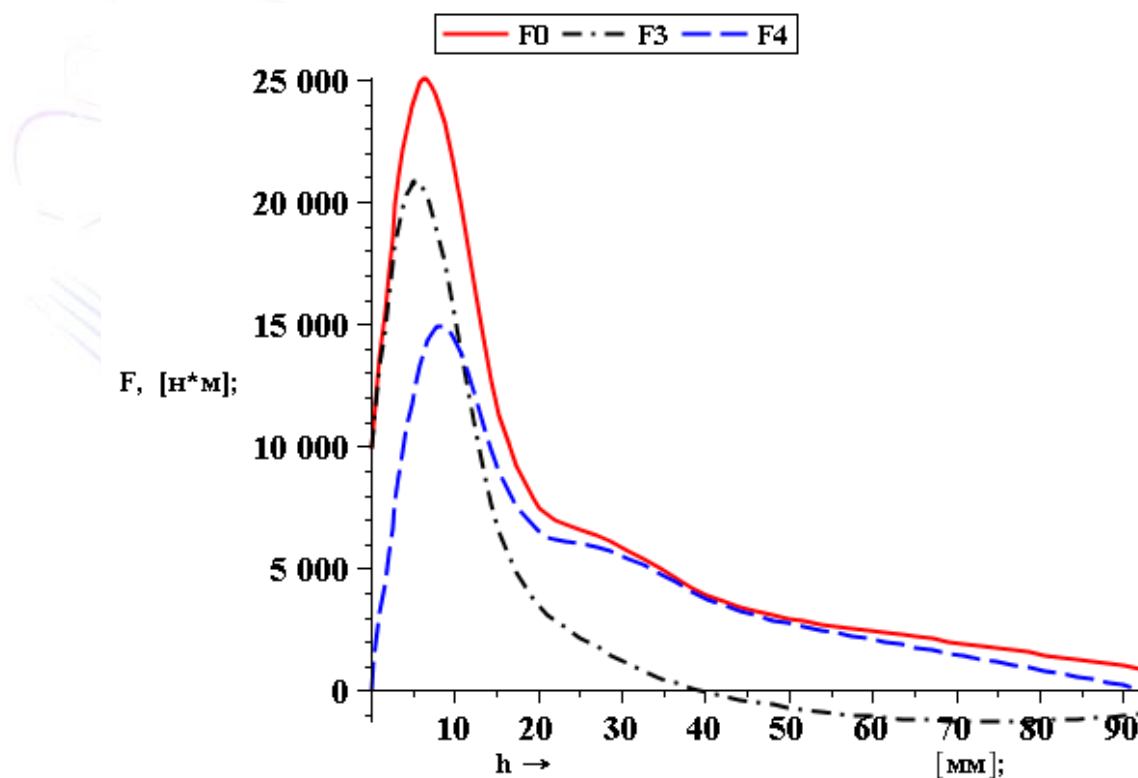


Рис.2. Распределение действующих на КШМ сил в зависимости от хода поршня при кривошипно-шатунном механизме.

Из рис.3 можно судить, что при одинаковом радиусе кривошипа или колена момента сил, КШМ способен превращать усилие газов в крутящий момент (прерывистая линия  $-M_{\text{кшм}}$ ) не более чем в 1/2 части.

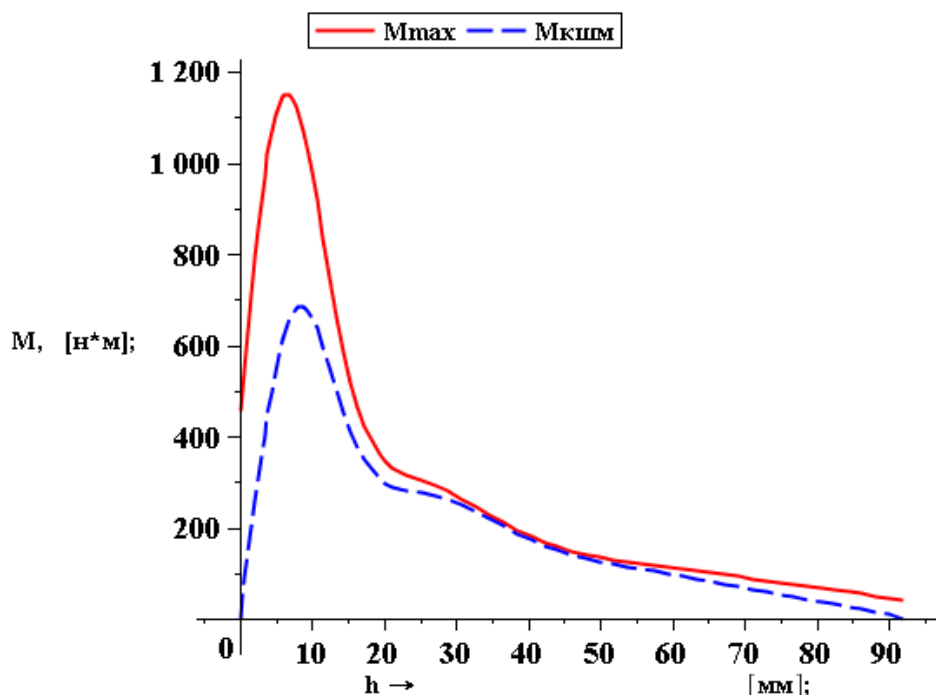


Рис.3. Зависимости эффективных крутящих моментов от хода поршня.

На рис.4 изображены коэффициент соотношения  $K = \frac{M_{\max}}{M_{\text{КШМ}}}$  крутящего момента  $M_{\max}$  - при идеальном преобразовании усилия газов в крутящий момент, к крутящему моменту КШМ -  $M_{\text{КШМ}}$  (сплошная линия). Прерывистая линия обозначает средний коэффициент  $K_{\text{ср}}$ .

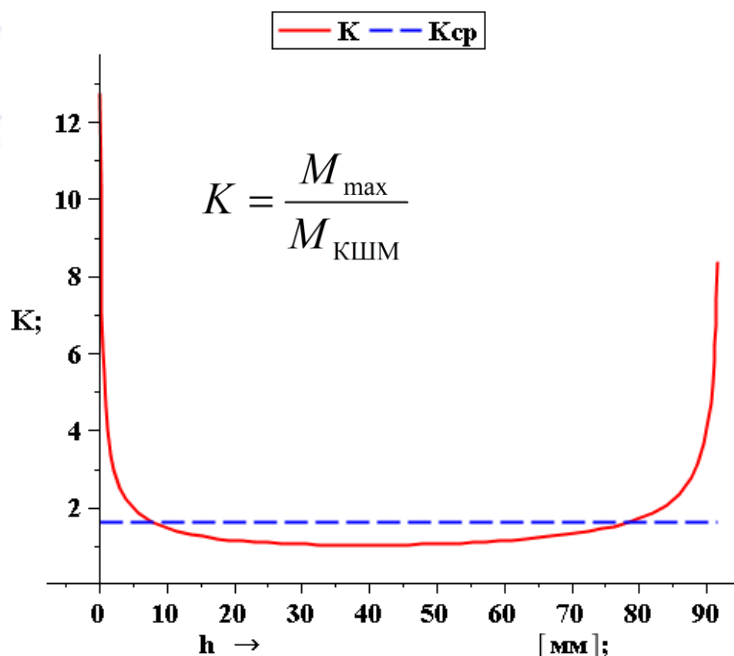


Рис. 4. Зависимость коэффициента от хода поршня.

Так как крутящий момент является главным аргументом в показателях двигателя, на основе выше приведенного анализа, можно сделать выводы, что способность кривошипно-шатунного механизма превращать усилие газов в эффективный крутящий момент не превышает 50%, причем не учитывается расход усилия газов на трение коренных и шатунных шейках.

Следовательно, за счет изменений конструкции двигателя можно добиться существенного повышения их КПД.

### Литература

1. Автомобильные двигатели. В. М. Архангельский, М. М. Вихерт и другие. «Машиностроение» М-1967 г. 308 стр.
2. Справочное руководство механикам. Н. Г. Львовский. Металлургиздат – 1949 г. 387 стр.

